

# SYSTEM DO WYZNACZANIA KRZYWYCH $pF$ W PRÓBKACH GLEB

## Instrukcja obsługi

---

---



*15 - barowy ekstraktor ciśnieniowy*



*5-barowy ekstraktor ciśnieniowy*

## SPIS TREŚCI

15-barowy ekstraktor ciśnieniowy .....	3
Rozpakowanie ekstraktora .....	3
Gwarancja .....	3
Odpowiedzialność za nieprawidłowe użytkowanie .....	3
Używanie ekstraktora ciśnieniowego .....	4
Istota ekstrakcji za pomocą ciśnienia gazu .....	5
Działanie ciśnienia gazu na próbki i zastosowanie ekstraktora .....	6
Przegląd części .....	7
Rozpakowanie i montaż ekstraktora .....	7
Usuwanie pokrywy .....	8
Montaż rurki odpływowej i zatyczek .....	9
Montaż zawiasu PM .....	10
Zamykanie i otwieranie pokrywy przy pomocy zawiasu PM .....	12
Umieszczanie trójkątnego wspornika .....	13
Instalowanie płyt ciśnieniowych.....	13
Podłączenie rurek do płyt ciśnieniowych .....	14
Podłączenie źródła ciśnienia .....	15
Obchodzenie się z 15-barowymi płytami ciśnieniowymi i ekstraktorem.....	15
Konstrukcja płyty ciśnieniowej.....	15
Przygotowanie do pracy płyt ciśnieniowych.....	15
Pomiar stopnia dyfuzji .....	16
Suszenie płyt po pracy.....	16
Usuwanie osadów z płyty ciśnieniowej po odparowaniu .....	16
Osad węgla wapnia na powierzchni ceramicznej .....	16
Osady w porach ceramiki.....	16
Działanie bakterii na płytę ciśnieniową .....	16
Środki ostrożności przy pracy z ekstraktorem .....	17
Źródło ciśnienia, regulacja ciśnienia i ustawienie w laboratorium.....	17
Wymagania odnośnie ciśnienia.....	17
Istniejące źródło ciśnienia.....	17
Ustawienie początkowe.....	17
Regulacja ciśnienia.....	17
Manometr.....	18
Źródła dostaw przyrządów do regulacji ciśnienia.....	18
Przeprowadzenie badań – określanie charakterystyki pF .....	18
Obchodzenie się z próbkami gleby .....	18
Ładowanie ekstraktora.....	19
Podłączenie do biurety .....	19
Regulacja ciśnienia na panelu.....	19
Otwieranie zasilania ciśnieniem powietrza.....	22
Usuwanie próbek .....	23
Części i akcesoria ekstraktora, model 1500 (15 bar).....	24
Procedura przygotowania prób gleby do badań pF .....	25

## 15-BAROWY EKSTRAKTOR CIŚNIENIOWY

### **Rozpakowanie ekstraktora**

Przed dostawą do klienta ekstraktor jest gruntownie testowany. Przy pakowaniu musi on być całkowicie sprawny. Zespół jest transportowany z pokrywą zamocowaną na zbiorniku, zaś wszystkie podłącza znajdują się wewnątrz ekstraktora. Jeśli zostały zamówione również płyty ciśnieniowe, pakowane są one również wewnątrz ekstraktora. (Płyty ciśnieniowe muszą być zamówione oddzielnie, jako że nie są one standardowym elementem zestawu). Jeśli wyjmujesz zestaw z kartonu upewnij się, że usunąłeś wszystkie materiały pakunkowe oraz taśmy. Aby zapewnić długotrwałą, bezawaryjną pracę ekstraktora należy przestrzegać bezwzględnie wskazań zawartych w instrukcji obsługi.

Wszelkie uszkodzenia stwierdzone po dostawie należy natychmiast zgłosić przewoźnikowi w celu dokonania reklamacji. Ważne jest abyś zachował opakowanie oraz wszelkie dowody dostawy w celu dokonania ewentualnej reklamacji.

### **Gwarancja**

Firma Soilmoisture Equipment Corp. (SEC) gwarantuje, iż wszystkie jej produkty są wolne od wad materiałowych oraz jakościowych i będą działać poprawnie przy normalnym użytkowaniu. Gwarancja wynosi 12 miesięcy od daty fakturowania. Warunki gwarancji:

Gwarancja zobowiązuje producenta do naprawy lub wymiany uszkodzonego produktu. Dostawa do producenta lub sprzedawcy w danym kraju odbywa się na koszt użytkownika, zwrot naprawionego lub wymienionego produktu na koszt producenta.

Gwarancja nie obejmuje produktów, które zostały zmodyfikowane przez użytkownika, nieprawidłowo użytkowane, zaniedbane lub uszkodzone mechanicznie. W przypadku zaistnienia powyższych okoliczności koszty naprawy ponosi użytkownik. Ta gwarancja oraz zobowiązania producenta stoją ponad wszelkimi innymi gwarancjami, rozszerzeniami oraz sugestiami, również gwarancjami przydatności i sprawności do zastosowań szczególnych.

### **Odpowiedzialność za nieprawidłowe użytkowanie**

Producent nie odpowiada za uszkodzenia wynikłe z nieprawidłowego użytkowania sprzętu. Produkty firmy Soilmoisture Equipment Corp. są zaprojektowane do użycia wyłącznie w sposób opisany w instrukcji obsługi, w normalnych warunkach, zgodnie z przeznaczeniem produktu.

Przed zwrotem produktów do producenta należy wcześniej ustalić warunki zwrotu.

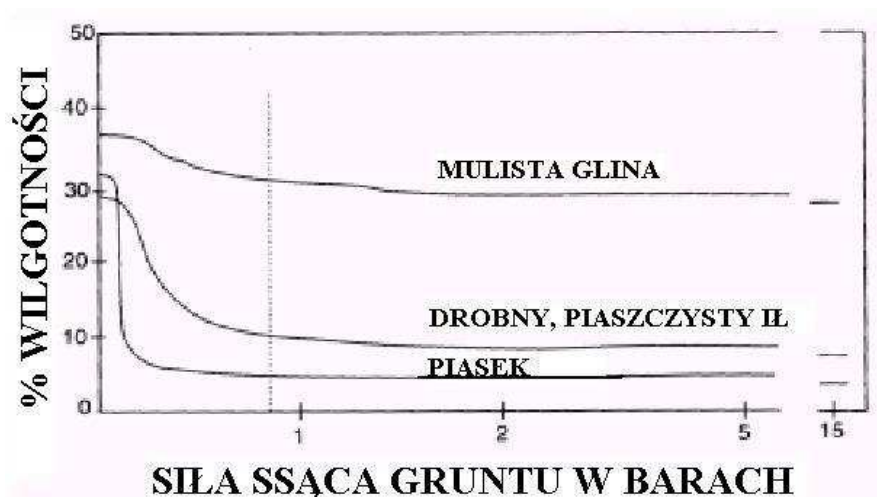
## UŻYTKOWANIE EKSTRAKTORA CIŚNIENIOWEGO

Stosunki wodne panujące w glebie są jednymi z ważniejszych zjawisk mających wpływ na użytkowanie gleby w rolnictwie oraz w inżynierii lądowej. Aparat membranowy ekstraktor ciśnieniowy jest doskonałym narzędziem do badania stosunków wodnych panujących w glebie jak i do poboru prób roztworu glebowego.

Do badania właściwości fizycznych gleby oraz do pobierania roztworu glebowego do analiz chemicznych stosuje się wiele metod, jak ściskanie, odwirowywanie, wypieranie, absorpcja molekularna i odsysanie. Każda z wymienionych metod ma ograniczony zakres zastosowania. W wielu przypadkach metody te są nieefektywne. W niektórych przypadkach w trakcie procesu ekstrakcji naruszana jest struktura gleby.

W porównaniu do tego - ciśnieniowy ekstraktor membranowy oraz płytowy ekstraktor ciśnieniowy są wygodnym, wiarygodnym sposobem badania zawartości wilgoci glebowej z próbek gleby, w kontrolowanych warunkach, w całym zakresie zapotrzebowania roślin na wodę. Metoda ta może być stosowana zarówno z próbkami naruszonymi jak i z nienaruszonymi.

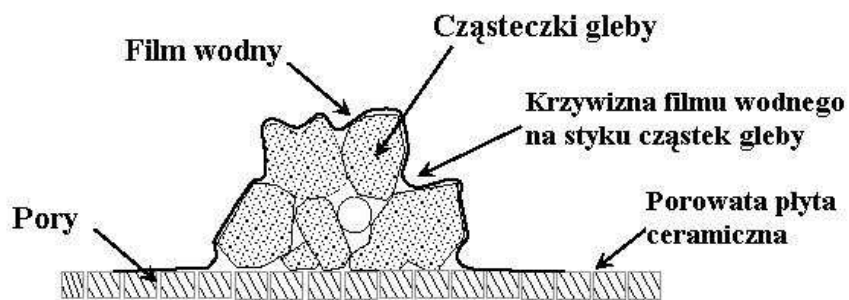
Stosując aparat membranowy oraz ekstraktory ciśnieniowe można wyznaczyć krzywą pF dla każdego typu gleb. Krzywe, takie jak widać na rys. 2, pokazują zależność siły ssącej gleby, przy której wilgoć jest „trzymaana” przez glebę, od wilgotności gleby. Ta zależność jest ważna przy badaniach ruchu wilgoci glebowej i przy badaniach dostępności i ilości wilgoci dostępnej dla roślin.



Rys. 2 Krzywe pF dla trzech typów gleb. Linia kropkowana przy 0,85 bara siły ssącej gruntu reprezentuje przybliżoną granicę odczytu tensjometru.

## Istota ekstrakcji za pomocą ciśnienia gazu

Zasada działania ekstraktorów ciśnieniowych membranowych oraz płytowych jest dobrze znana. Przez wiele lat woda była oddzielana od gleby za pomocą ssania, zaś porowate ścianki ceramiczne służą jako łącza i w tym samym czasie utrzymywana jest różnica ciśnień pomiędzy fazą płynną wilgoci glebowej a dolną częścią ceramicznej płyty, gdzie panuje niższe ciśnienie. Ekstraktory ciśnieniowe płytowe i membranowe są modyfikacją procedur odsysania wilgoci, lecz wilgoć glebowa przechodzi przez pory w ściance ceramicznej lub przez membranę dzięki nadciśnieniu. W stanie równowagi wilgoć jest utrzymywana w glebie za pomocą sił przeciwdziałających zastosowanemu nadciśnieniu. Tak więc wartość wilgotności gleby jest wyrażona w relacji do podciśnienia przeciwdziałającego zastosowanemu nadciśnieniu.

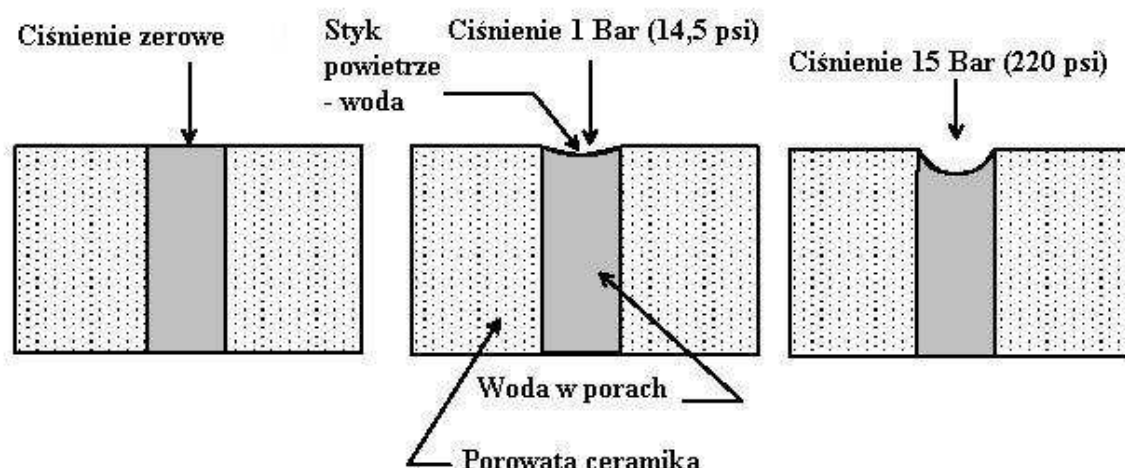


Rys. 3 Widok przekroju poprzecznego cząsteczek gleby na porowatej płycie ceramicznej

Rys. 3 pokazuje schematyczny przekrój poprzeczny cząsteczek gleby będących w kontakcie z porowatą płytą ceramiczną w pracującym ekstraktorze ciśnieniowym. Zwilżona, porowata płyta ceramiczna jest pokryta materiałem filtracyjnym, który również stanowi drogę dla ekstrahowanego roztworu i jest uszczelniona gumową membraną. Próbkę gleby są układane bezpośrednio na płycie ceramicznej i są nasycane na tej płycie. Po założeniu pokrywy ekstraktora ciśnienie powietrza może być zwiększane, aż do wartości testowej w zakresie od 0,1 do 1500 kPa (0,001 do 15 bar )

Gdy ciśnienie powietrza wewnątrz komory wzrośnie powyżej ciśnienia atmosferycznego, wyższe ciśnienie wewnątrz komory będzie wypierało wodę przez mikroskopijne pory w płycie ceramicznej.

Powietrze nie będzie jednak przedostawało się przez pory w płycie ceramicznej do czasu jak będą one wypełnione wodą, a napięcie powierzchniowe wody na styku gaz – ciecz, w każdym porze, powoduje, że powierzchnia tego styku zachowuje się jak membrana. Gdy ciśnienie powietrza w ekstraktorze rośnie, kąt ugięcia styku gaz – ciecz rośnie (rys. 4). Jednakże film wodny nie zostanie przerwany w całym zakresie pracy ekstraktora.



Rys. 4

Przy każdym zadanym ciśnieniu powietrza w komorze, woda glebowa będzie przepływała dookoła każdej cząsteczki gleby i na zewnątrz przez płytę ceramiczną do czasu, gdy efektywna krzywizna filmu wodnego w glebie jest taka sama jak w porach płyty ceramicznej. Gdy to nastąpi, osiągnięta jest równowaga i ustaje przepływ wody. Gdy zwiększone zostanie ciśnienie w ekstraktorze, ponownie rozpocznie się przepływ roztworu z próbki, który będzie trwał aż do czasu ustalenia się ponownie stanu równowagi.

W stanie równowagi istnieje dokładny, lecz odwrotny, związek pomiędzy ciśnieniem powietrza (siła dodatnia) w ekstraktorze a siłą ssącą gleby (siła negatywna). Można określić wilgotność próbki w stanie równowagi za pomocą ważenia (łatwiejsza metoda) lub metodą objętościową.

Np.: jeżeli ciśnienie powietrza w ekstraktorze zostanie ustawione na poziomie 1 atmosfery (15 psi), siła ssąca w próbce w stanie równowagi wynosi 1 bar<sup>1</sup>. Jeżeli ciśnienie powietrza zostanie ustawione na poziomie 15 atmosfer (220,5 psi), siła ssąca w próbce w stanie równowagi wynosi 15,2 bar, co jest przybliżonym punktem granicznym dostępności wody dla roślin (punktem wędnięcia).

Opisana powyżej zasada pomiaru jest taka sama dla wszystkich typów ekstraktorów ciśnieniowych (modele 1250, 1400, 1450, 1500 i 1600). Granicą zastosowania ekstraktorów ciśnieniowych jest 15 bar (1500 kPa), jednakże użycie membrany celulozowej pozwala na zastosowanie ciśnienia do 100 bar (10 000 kPa). Używając płyt ceramicznych można znacznie szybciej osiągnąć stan równowagi, jako że rozmiar por jest większy i woda może przepływać przy większej prędkości przepływu.

#### **Działanie ciśnienia gazu na próbki i zastosowanie ekstraktora**

Zaraz po tym jak ciśnienie w ekstraktorze wzrośnie ponad ciśnienie atmosferyczne, wyższe ciśnienie w ekstraktorze wypycha nadmiar wody przez mikroskopijne pory w płycie ceramicznej. Powietrze pod wysokim ciśnieniem nie będzie przepływało przez pory w płycie

ceramicznej do czasu, gdy pory te są wypełnione wodą. Również napięcie powierzchniowe wody na styku gaz-ciecz w porach płyty ceramicznej utrzymuje napięcie podobnie jak elastyczna, gumowa przepona. Gdy ciśnienie w ekstraktorze wzrasta, promień krzywizny styku gaz-ciecz maleje. Film wodny nie zostanie przerwany, co pozwoli na przepływ wody w całym zakresie pracy ekstraktora od 0 do 15 bar.

Przy każdej wielkości ciśnienia w komorze, roztwór glebowy będzie przepływał dookoła każdej cząsteczki gleby i dalej na zewnątrz przez płytę ceramiczną, dopóki efektywne krzywizny filmów wodnych na powierzchni gleby nie będą takie same jak pory w płycie ceramicznej. Gdy to nastąpi, osiągnięty zostanie stan równowagi i przepływ roztworu glebowego zostanie przerwany.

Gdy ciśnienie w ekstraktorze zostanie zwiększone ponownie rozpocznie się przepływ roztworu, który będzie trwał, aż do czasu ustalenia się ponownego stanu równowagi. W stanie równowagi istnieje dokładna zależność pomiędzy ciśnieniem powietrza w ekstraktorze a siłą ssącą badanej gleby (wilgotnością). Np. jeśli ciśnienie powietrza w ekstraktorze jest utrzymywane na poziomie 1 bar lub ciśnienia atmosferycznego (15 psi), siła ssąca gleby w stanie równowagi wynosi 1 bar. Jeśli ciśnienie powietrza jest utrzymywane na poziomie 15 bar (220 psi), siła ssąca w stanie równowagi będzie wynosiła 15 bar, co jest przybliżonym „punktem wędnięcia” dla wszystkich typów gleb.

Ekstraktor ciśnieniowy 15-barowy może być użyty do wszystkich typów badań zależności wilgotnościowych w glebie. Można użyć próbek wszystkich typów gleb, z wyjątkiem drobnej gliny, która znacznie się kurczy przy usuwaniu wilgoci. Tego typu gleba skurczy się na płycie ceramicznej przy ciśnieniu ekstrakcji 15 bar, a zmniejszona powierzchnia przepływu nie pozwoli na osiągnięcie stanu równowagi.

## **PRZEGLĄD CZĘŚCI**

### **Rozpakowanie i montaż ekstraktora**



*Rys. 5 Ekstraktor, model 1500 z pokrywą*

## Usuwanie pokrywy

Ekstraktor ciśnieniowy 15 barowy dostarczany jest z pokrywą dołączoną do pojemnika ciśnieniowego (rys. 5). Wspornik trójkątny znajduje się wewnątrz ekstraktora. Wszystkie inne elementy, takie jak płyty ciśnieniowe, przyłącze do rurki odlotowej, śruby zatykające i plastikowe dystansowniki są zapakowane oddzielnie.

Ekstraktor ciśnieniowy 15-barowy waży około 38 kg. Ostrożnie unieś ekstraktor z opakowania i postaw go bezpośrednio na stopkach. Usuń wszystkie materiały opakowania (taśmy, itp.). Przed podłączeniem węża łączącego usuń osłonę gwintu z dolotu ciśnienia (rys. 6).



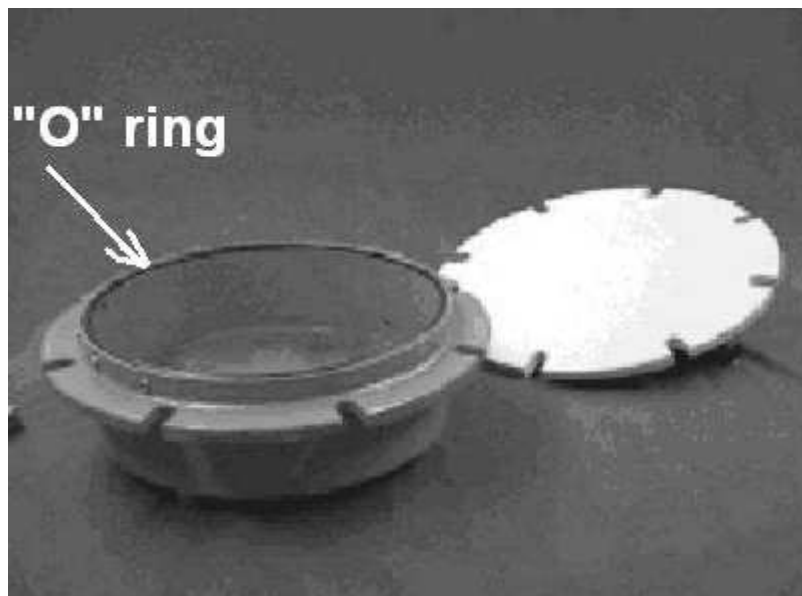
Rys. 6 Osłona gwintu na dolocie ciśnienia

Poluzuj osiem śrub znajdujących się dookoła krawędzi pokrywy, obracając je o kilka obrotów. Nie ma konieczności usuwania nakrętek skrzydełkowych ze śrub. Śruby mają specjalne, prostokątne łby, które wchodzi w specjalny rowek od spodu dolnego pierścienia dociskowego. Wsuń śruby z gniazd (podczas ponownego zakładania śrub zawsze należy się upewnić, że podkładki prostokątne na łbach śrub dokładnie są wpasowane w specjalny rowek – patrz rys. 7). Możliwe jest uszkodzenie łba śruby, co może zmniejszyć bezpieczeństwo pracy ekstraktora.





Usuń pokrywę ekstraktora unosząc ją prosto do góry. Jeśli pokrywa będzie „przyklejona”, kontakt pomiędzy O-ringiem a pokrywą należy zerwać za pomocą większej siły. Pokrywę należy zawsze kłaść uchwytem do dołu (rys. 8). Przenoś pokrywę ostrożnie, tak aby nie uszkodzić powierzchni uszczelniającej, co mogłoby spowodować niedostateczne uszczelnienie. O-ring uszczelniający znajduje się wewnątrz specjalnego rowka w zbiorniku ciśnieniowym ekstraktora.

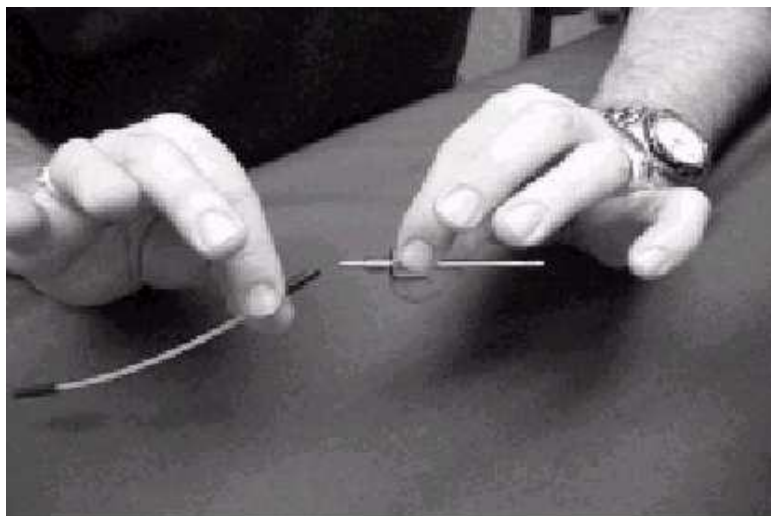


Rys. 8

Następnie należy usunąć trójkątny wspornik i wszystkie elementy użyte do pakowania ekstraktora.

#### Montaż rurki odpływowej i zatyczek

Metalowe podłącze rurki odlotowej jest dostarczane wraz z innymi wewnętrznymi rurkami łączącymi. Usuń gumową osłonę z podłącza rury odlotowej (rys. 9) i wkręć podłącze do otworu wylotowego w ścianie pojemnika (rys. 10).



Rys. 9 Usuwanie gumowej osłony z podłącza rury odlotowej



Rys. 10 Podłącze rury odlotowej jest wkręcane w specjalny otwór

## **OSTRZEŻENIE**

Przy ponownym zakładaniu gumowej osłony na metalowe podłącze rury odlotowej upewnij się, że nylonowa rurka wewnątrz gumowej rury całkowicie pokrywa metalowe podłącze, w innym razie każda szczelina może przepuścić wysokie ciśnienie otwierając wypływ wody.

W ścianie pojemnika znajduje się sześć otworów odlotowych. Cztery otwory znajdują się dookoła górnej krawędzi, a dwa pozostałe są na dole ścianki pojemnika. Trzy otwory odlotowe są używane, gdy pracują trzy płyty, pozostałe trzy otwory są zaślepione specjalnymi śrubami zatykającymi (wraz z ekstraktorem dostarczonych jest 5 śrub zatykających).

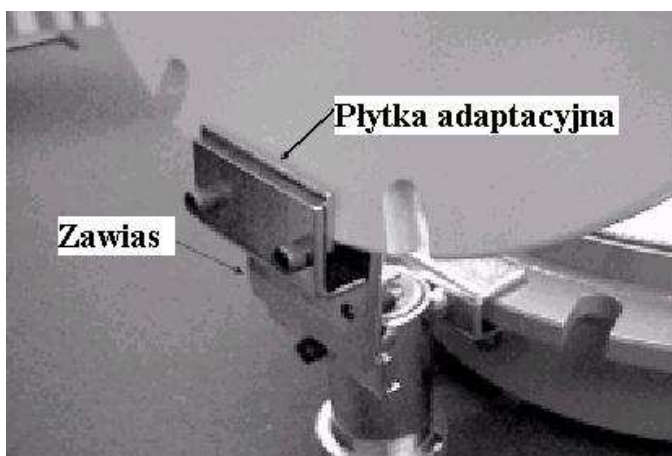
Mały gumowy O-ring jest założony pomiędzy przyłącze rurki odlotowej i śrubę zatykającą, co zapewnia uszczelnienie otworu wylotowego. Nałóż małą ilość smaru silikonowego lub wazeliny na zewnętrzną część O-ringa zanim włożysz przyłącze rury odlotowej lub śrubę zatykającą. Posmarowany O-ring łatwo będzie się przesuwiał po uszczelnianych płaszczyznach i nie ulegnie zniszczeniu.

Zastosuj tylko niewielkie dociśnięcie dla uszczelnienia otworu wylotowego. Do dokręcenia przyłącza rurki odlotowej oraz śrub zatykających odpowiedni jest klucz nr 12. Powinny one zostać dokręcone tylko tak, aby zewnętrzne krawędzie miały kontakt z pojemnikiem ciśnieniowym. Zapewni to odpowiednie ściśnięcie O-ringa, co da odpowiednią szczelność. Zbyt mocne dokręcanie przyłącza może je uszkodzić a na pewno zniszczyć O-ring.

## **Montaż zawiasu PM**

Zawias PM pozwala na wygodne otwieranie i zamykanie ekstraktora ciśnieniowego. Ze względu na wagę stalowej płyty użytej do wykonania pokrywy ekstraktora, zawias PM pozwala użytkownikowi na łatwe otwieranie i zamykanie ekstraktora, w celu wkładania i wyjmowania próbek.

Zawias PM (1080G1) dostarczany jest wraz z płytką adaptacyjną (1081). Płytkę tę jest montowana na górze pokrywy ekstraktora, pod górnym zaciskiem zawiasu PM i zapewnia prawidłowy odstęp w celu zapewnienia odpowiedniej wysokości zacisku (rys. 11).



Rys. 11 Zawias PM z płytką adaptacyjną zamocowany do ekstraktora, model 1500

Montaż zawiasu PM do 15-barowego ekstraktora ciśnieniowego przeprowadza się w dwóch krokach:

Krok 1: Usunąć górną płytę ekstraktora. Zdejmij wszystkie materiały pakujące z zawiasu PM, który jest dostarczany w całości zmontowany i gotowy do instalacji. Poluzuj śruby montażowe z łbem gniazdowym na dolnej klamrze montażowej zawiasu. Przenieś klamrę nad krawędź dolnej części ekstraktora. Wypośrodkuj dolną klamrę montażową pomiędzy dwoma otworami na śruby przylegające do króćca wylotowego cylindra membrany ciśnieniowej. Teraz dokręć mocno śruby montażowe używając dostarczonego klucza. Końce śrub wejdą w rowek w klamrze służący do schowania główki śruby (patrz przekrój na pierwszej stronie).

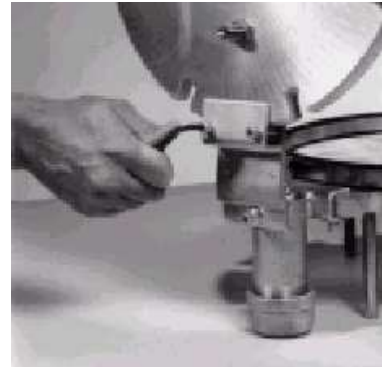
Pokrywy regulacji wysokości można teraz wyregulować w dół lub w górę aby dostosować wysokość nóg ekstraktora, tak aby leżał on w poziomie w stosunku do stołu laboratoryjnego.

Krok 2: Trzymając pokrywę ekstraktora pewnie w obydwu rękach wkładamy ją do górnej klamry montażowej zawiasu PM (patrz rys. 13). Ustaw pokrywę ekstraktora tak, aby uchwyt był ustawiony równoległe do stołu, zaś przyłącze dolotu ciśnienia było naprzeciw zawiasu. Wypośrodkuj klamrę montażową w sekcji pomiędzy dwoma otworami na śruby w pokrywie. Ostrożnie dokręć dwie śruby. Pokrywę ekstraktora można teraz zamknąć. Powinna ona zostać wyregulowana odpowiednio w stosunku do dolnej części ekstraktora. Po wykonaniu tych czynności można wkręcić śruby montażowe zawiasu PM do pokrywy ekstraktora i dokręcić je. Zarówno śruby jak i klucz są wykonane ze stali utwardzanej cieplnie, tak więc trudno

jest je uszkodzić. Odrobina oleju wlana na ruchome elementy polepsza ich pracę oraz zapobiega skrzypieniu.



Rys. 12 Zawias pokazany tutaj jest zamontowany na ekstraktorze, model 1000, jednak procedura instalacji do ekstraktora, model 1500 jest taka sama



Rys. 13

### **Zamykanie i otwieranie pokrywy przy pomocy zawiasu PM**

Aby użyć zawiasu PM należy obrócić dwie nakrętki skrzydełkowe po obu stronach zawiasu, aby ścisnąć sprężynę równoważącą w zawiasie w czasie, gdy pokrywa jest zamknięta.

Przeprowadź ostrożnie następujące czynności:

1. Najpierw nałóż cienką warstwę smaru (smar do łożysk) na dolną część każdej nakrętki skrzydełkowej i na górną część każdej podkładki.
2. Zamknij pokrywę i włóż dwie pierwsze śruby mocujące, po jednej po każdej stronie zawiasu.
3. Dokręć pierwszą nakrętkę skrzydełkową, tak aby dobrze przylegała i powtórz to z drugą nakrętką.
4. Odkręć te nakrętki i ponownie je dokręć, najpierw jedną a potem drugą, aż pokrywa będzie dobrze przylegać do pojemnika ekstraktora.
5. Włóż pozostałe sześć śrub mocujących.
6. Dokręć pewnie wszystkie nakrętki skrzydełkowe.

Gdy ekstraktor jest otwierany po okresie pracy powyższy proces jest powtarzany w kolejności odwrotnej:

1. Najpierw poluzuj i usuń wszystkie śruby mocujące, oprócz dwóch znajdujących się przy zawiasie, po obu jego stronach.
2. Poluzuj jedną z pozostałych śrub o około 1/8 obrotu, a następnie zrób to samo z drugą śrubą.
3. Dokręć je ponownie a następnie odkręć najpierw jedną a potem drugą śrubę, aż będą się łatwo obracać (około 2 – 3 pełnych obrotów) i będą mogły zostać usunięte.

### Umieszczanie trójkątnego wspornika

Trójkątny wspornik musi zostać umieszczony na dnie pojemnika ekstraktora **przed** zainstalowaniem płyty ciśnieniowej (rys. 14).



Rys. 14 Wspornik trójkątny umieszczony na dnie ekstraktora

Trójkątny wspornik ma na celu utrzymywanie odstępu pomiędzy najniższą płytą ceramiczną a dnem ekstraktora. Jeśli wspornik nie zostanie użyty, może wystąpić uszczelnienie pomiędzy membraną butylową płyty ceramicznej a płaskim dnem ekstraktora. Wówczas, po zaaplikowaniu ciśnienia, powstanie duża różnica ciśnień pomiędzy górną a dolną powierzchnią płyty ceramicznej, co spowoduje jej uszkodzenie.

***Pamiętaj: Zawsze upewnij się, że trójkątny wspornik jest umieszczony na dnie ekstraktora przed zainstalowaniem płyt ceramicznych.***

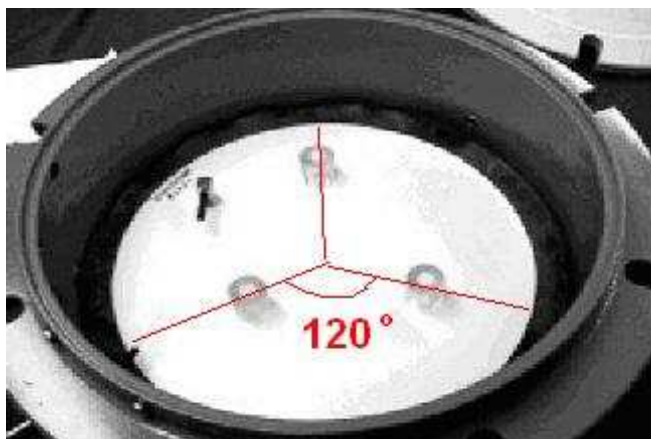
### Instalowanie płyt ciśnieniowych

Położ pierwszą płytę ciśnieniową bezpośrednio na trójkątnym wsporniku na dnie ekstraktora. Połącz tą płytę z najniższym otworem odlotowym (rys. 15).



Rys. 15 Pierwsza płyta umieszczona na trójkątnym wsporniku, połączona z otworem odlotowym.

Położ drugą płytę ciśnieniową na trzech plastikowych dystansownikach, umieszczając je blisko zewnętrznej krawędzi pierwszej płyty, każdy w odstępnie około  $120^{\circ}$  od siebie (rys. 16). Połącz tę płytę z środkowym otworem odlotowym.



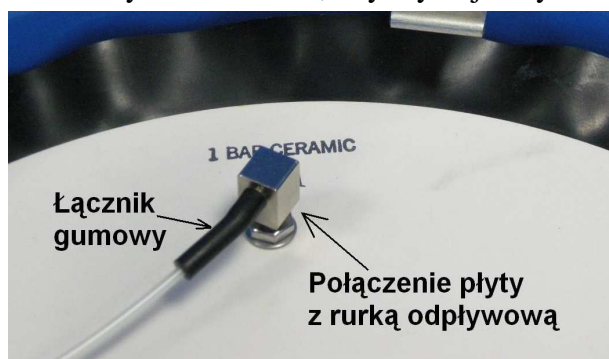
Rys. 16 Dystansowniki umieszczone na pierwszej płycie, przed umieszczeniem drugiej płyty w ekstraktorze.

Aby przesunąć płytę wewnątrz ekstraktora lub ją wyjąć/włożyć – uchwycić za "falbankę" czarnej przepony butylowej tworzącą rodzaj kołnierza wokół płyty i dokonaj przemieszczenia.

### Podłączanie rurek do płyt ceramicznych

Podczas łączenia płyty ceramicznej z otworem odlotowym należy absolutnie upewnić się, że twarda nylonowa rurka przechodzi przez gumowy łącznik i styka się z metalowym króćcem (rurką).

Prawidłowo zainstalowana nylonowa rurka, wytrzymuje wysokie ciśnienie ekstrakcji bez uszkodzeń. Gumowe osłony (łączniki) nie wytrzymują wysokiego ciśnienia jeśli pozostanie zbyt duża odległość między rurką nylonową a metalowym króćcem. Prawidłowe podłączenie nylonowej rurki zapewni możliwość dokładnego odczytania stanu równowagi.



Jeśli rurka ulegnie załamaniu ze względu na nieprawidłową instalację, skutkuje to nieprawidłowym odczytaniem stanu równowagi. Ta niesprawność staje się widoczna dopiero pod koniec testu, gdy z rurki wylotowej wylatuje nagle powietrze, w chwili gdy ciśnienie z ekstraktora zostanie spuszczone.

**Podłączenie źródła ciśnienia**

Standardowym podłączeniem ekstraktora do źródła ciśnienia jest gwintowany króciec (mosiężne kolanko) znajdujący się w dolnej części kotła ciśnieniowego. Gwintowane połączenie jest w standardzie 9/16-18 (jest to gwint niemetryczny).

Połączenie jest typu stożek – gniazdo stożkowe. Jest to bardzo efektywne połączenie typu „metal-metal”. (Gwint nakrętki i podłącza służą do zapewnienia odpowiedniego kontaktu łączonych części. Gwint sam w sobie nie zapewnia szczelności połączenia).

**OBCHODZENIE SIĘ Z 15-BAROWYMI PŁYTAMI CIŚNIENIOWYMI I EKSTRAKTOREM****Konstrukcja płyty ciśnieniowej**

Każda płyta ciśnieniowa jest elementem wielowarstwowym. Zasadniczą jej część jest płytą ceramiczną o średnicy około 10 1/4 “, która jest uszczelniana z boku i od dołu szczelną przeponą butylową. W dolnej części płyta posiada rodzaj ekranu, który zapewnia odstęp pomiędzy przeponą a płytą i zapewnia przestrzeń dla przepływającej wody. W trakcie procesu produkcyjnego w płycie zostaje utworzony pionowy otwór, w którym następnie jest zainstalowana szczelnie rurka mosiężna. łączy ona dolną przestrzeń pod płytą z elementem łącznym, do którego z kolei zostaje podłączona rurka odpływowa

15-barowa płyta ceramiczna jest dość wytrzymała. Jednakże, aby uniknąć uszkodzenia nie należy jej obciążać mechanicznie i nie narażać na mocne uderzenia.

**Przygotowanie do pracy płyt ciśnieniowych**

Przed uruchomieniem sprawdź płyty ceramiczne, aby upewnić się, że nie zostały one uszkodzone podczas transportu i zapoznaj się z ich charakterystykami (1 bar; 3 bar; 15 bar; standard flow; high flow). Przed dostawą każda płyta jest testowana w celu sprawdzenia stopnia przepływu wody i stopnia dyfuzji powietrza.

Włóż płytę do ekstraktora i ostrożnie nalej destylowanej wody na jej powierzchnię. Wcześniej wywiń kołnierz uszczelki butylowej aby zapobiec wylaniu się wody do wnętrza kotła.

Pozwól aby nadmiar wody pozostał na powierzchni płyt przez kilka godzin, aby całkowicie nasączyć płytę. Do wypełnienia por w każdej płycie potrzebne jest około 150 ml wody. Najlepiej jest pozostawić płytę na całą noc.

Aby nasączyć kilka płyt oddziel je plastikowymi dystansownikami. Następnie zamontuj w ekstraktorze jedną lub więcej płyt nasączonych wodą i połącz je z odlotem wody. Ostrożnie dodaj wodę na powierzchnię każdej płyty, tak aby była ona całkowicie pokryta, aż do maksymalnej głębokości ograniczonej przez zewnętrzną krawędź przepony butylowej.

Założ uszczelniający O-ring, załóż pokrywę i dokręć śruby. Podnieś ciśnienie do 15 bar (220 psi). W trakcie wzrostu ciśnienia z rury odlotowej będzie się wydobywało powietrze. Ten wypływ powietrza jest wywoływany przez przeponę i ekran odkształcające się pod wpływem ciśnienia w ekstraktorze, co powoduje zmniejszenie

objętości wewnętrznej płyty. Jeśli wewnętrzne podłączenia zostały wykonane prawidłowo i płyta nie jest uszkodzona, powietrze przestanie przepływać po kilku minutach i rozpocznie się jednostajny przepływ wody.

Co jakiś czas, w regularnych odstępach, wraz z wypływającą wodą pojawiać się będą pęcherzyki powietrza. Powietrze to powoli przechodzi przez płytę ceramiczną. Z wolna przedostające się powietrze będzie stopniowo przepychać małe ilości wody na zewnątrz kotła ciśnieniowego. Po tym jak cała woda przepłynie przez płytę, przepływ wody zostanie przerwany.

### **Pomiar stopnia dyfuzji**

Aby zmierzyć stopień dyfuzji należy podłączyć krótki odcinek gumowej rurki do rury odlotowej i włożyć koniec tej rury do odwrotnie wyskalowanej biurety napełnionej wodą. Stopień przepływu powietrza powinien być mniejszy niż 1/10 ml powietrza, przy ciśnieniu atmosferycznym, na minutę, przy ciśnieniu w ekstraktorze 200 psi. Jeśli stopień przepływu powietrza jest znacznie wyższy niż opisany powyżej, oznaczać to może, że połączenie rurki odlotowej jest nieszczelne lub płyta ciśnieniowa jest uszkodzona lub nie jest poprawnie uszczelniona.

### **Suszenie płyt po pracy**

Przy suszeniu płyty po pracy, przed jej magazynowaniem, bardzo ważnym jest aby ograniczyć ilość osadów po odparowaniu na powierzchni do minimum. Aby to zrobić przykryj powierzchnię płyty ceramicznej cienką warstwą drobnej, suchej gleby i pozostaw ją na kilka dni, aż płyta wyschnie. Po jej wyschnięciu można usunąć glebę i przechowywać płytę. Ta procedura powoduje, że osady po odparowaniu tworzą się raczej na glebie niż na powierzchni płyty.

Po pewnym czasie, gdy stopień przepływu przez płytę spadnie, ze względu na obecność osadów, powinna ona zostać wymieniona.

### **Usuwanie osadów z płyty ciśnieniowej po odparowaniu**

#### **Osady węglanów wapnia na powierzchni płyty ceramicznej**

Usuń osady węglanów wapnia z powierzchni płyty ostrożnie szlifując powierzchnię mokrym lub suchym papierem ściernym, klasy 200 do 400.

#### **Osady w porach płyty ceramicznej**

Usuń osady z por płuczając płytę 10% roztworem kwasu solnego pod ciśnieniem, w ekstraktorze. Po dokonaniu płukania kwasem wypłucz płytę podobnie destylowaną lub dejonizowaną wodą.

#### **Działanie bakterii w płycie ciśnieniowej**

Wewnętrzny ekran jest wykonany z polipropylenu, aby zminimalizować występowanie bakterii. Jeżeli pojawi się problem z działaniem bakterii, płyta może być okresowo płukana pod ciśnieniem, roztworem siarczanu miedzi lub chlorku rtęciowego, stosując taką samą metodę, jak opisana powyżej.



Pojemnik ekstraktora i pokrywa są mocnej i trwałej konstrukcji i nie wymagają zbytej uwagi.

**Środki ostrożności przy pracy z ekstraktorem**

Przeńś ekstraktor ostrożnie, aby nie uszkodzić powierzchni uszczelnianej O-ringiem. Chroń O-ring oraz powierzchnię dociskową O-ringu w pojemniku ekstraktora przed niepożądanym działaniem cząsteczek gleby.

Okresowo należy myć ekstraktor wodą z detergentem i opłukać go wodą dejonizowaną lub destylowaną. Następnie wytrzyj ekstraktor do sucha ręcznikiem i przechowuj go z usuniętą pokrywą, aby zabezpieczyć się przed narastaniem wilgoci wewnątrz ekstraktora podczas przechowywania.

## **ŹRÓDŁO CIŚNIENIA, REGULACJA CIŚNIENIA I USTAWIENIE W LABORATORIUM**

**Wymagania odnośnie ciśnienia**

15-barowy ekstraktor ciśnieniowy potrzebuje regulowanego źródła ciśnienia 220 psi (15 bar) lub więcej, w celu umożliwienia ekstrakcji wilgoci z próbek gleby w zakresie 10 kPa do 1500 kPa.

**Istniejące źródło ciśnienia**

Jeśli w laboratorium istnieje już źródło regulowanego ciśnienia do aparatu membranowego, może ono zostać wykorzystane do 15-barowego ekstraktora ciśnieniowego. Podłączenia do ekstraktora mogą zostać wykonane na tej samej linii co do aparatu membranowego. Odpowiedni zawór odcinający i odpowietrzający musi być dostarczony specjalnie do nowego ekstraktora.

**Ustawienie początkowe**

Jeśli ustawienie początkowe zostało wykonane dla 15-barowego ekstraktora ciśnieniowego, jako źródło ciśnienia można wykorzystać zarówno sprężarkę jak i zbiornik ze sprężonym powietrzem.

Stosowana sprężarka Kaeser Premium Compact 20 bar jest wygodnym i trwałym źródłem ciśnienia do wszystkich ekstraktorów ciśnieniowych.

Sprężony azot lub powietrze (200 psi / 13,794 kPa) w ciśnieniowej butli mogą być użyte w szczególności tam, gdzie ekstraktor pracuje na ograniczonej przestrzeni. Gdy używasz zbiornika ze sprężonym gazem upewnij się, że nie ma żadnego przecieku. Nawet niewielka nieszczelność w czasie pracy ekstraktora może spowodować dużą utratę gazu.

Jeśli dokonuje się ciągłej ekstrakcji przy ciśnieniu 15 bar, najlepszym źródłem ciśnienia jest sprężarka.

**Regulacja ciśnienia**

Zastosowany typ regulacji ciśnienia jest zdeterminowany typem źródła ciśnienia oraz wymaganą dokładnością badań. Dokładność regulacji zależy od konstrukcji regulatora i zmian ciśnienia zasilania.

Gdy konieczna jest bardzo duża dokładność należy zastosować „podwójną regulację”, w celu wyeliminowania tych zmian. Oznacza to zastosowanie dwóch regulatorów pod rząd. Pierwszy regulator jest ustawiany na wyższe ciśnienie niż drugi, aby dostarczać w miarę stałe ciśnienie do drugiego regulatora. Ciśnienie wychodzące z drugiego regulatora będzie prawie dokładnie stałe, zmiany ciśnienia źródłowego zostaną ograniczone do co najmniej 1/100.

Do rutynowego ustawiania ciśnienia w zakresie 15 bar odpowiedni jest pojedynczy regulator wysokiego ciśnienia. Przy niższych ciśnieniach powinno się zastosować bardziej czuły regulator.

Aby zapewnić dobrą regulację w całym zakresie od 0 – 15 bar powinno się zastosować dwa regulatory. Należy użyć regulator wysokiego ciśnienia do wysokich ciśnień i połączyć go z układem zaworów, aby zapewnić możliwość dolutu ciśnienia do regulatora niskiego ciśnienia, do pracy w zakresie niskich ciśnień. Pozwala to na podwójną regulację w zakresie niskich ciśnień.

Gdy jako źródło ciśnienia używana jest sprężarka, przed regulatorem powinien być zainstalowany filtr powietrza. Filtr zabezpiecza regulator przed dostaniem się niewielkich cząsteczek zanieczyszczeń oraz wody. Jeśli regulowane ciśnienie ma tendencje do odchylenia od ustawionej wartości, zazwyczaj jest to spowodowane nieprawidłowym usadowieniem zaworu w regulatorze. Najczęściej jest to spowodowane zbieraniem się zanieczyszczeń w gnieździe zaworu.

## **Manometr**

Precyzyjny manometr jest potrzebny do dokładnego odczytu regulowanego ciśnienia. Manometr testowy firmy Soilmoisture, 0780P0300, jest 6-calowym precyzyjnym przyrządem odpowiednim do użycia z 15-barowym ekstraktorem.

## **Źródła dostaw przyrządów do regulacji ciśnienia**

Przyrządy do kontroli ciśnienia i armatura mogą być dostarczone przez lokalnego dostawcę lub z firmy Soilmoisture.

Kompletna armatura odpowiednia do pracy z tego typu przyrządami, złożona i przetestowana, jest dostępna w firmie Soilmoisture Equipment Corp.

## **PRZEPROWADZENIE BADAŃ – OKREŚLANIE CHARAKTERYSTYKI pF**

### **Obchodzenie się z próbkami gleby**

Próbki gleby muszą być pobrane prawidłowo w celu uzyskania dokładnych, spójnych wyników. W celu poznania procedury prawidłowego pobrania próbek należy się odnieść do odpowiednich publikacji.

Gdy przeprowadzamy badania równowagi wilgotnościowej w glebie wysokość próbki powinna być na tyle mała, aby stan równowagi osiągnąć we w miarę krótkim (rozsądnym) czasie. Czas potrzebny na

osiągnięcie stanu równowagi zmienia się proporcjonalnie do kwadratu wysokości próbki. Np. próbka o wysokości 2 cm będzie potrzebowała cztery razy więcej czasu do osiągnięcia stanu równowagi niż próbka o wysokości 1 cm. Jeżeli to możliwe wysokość próbki powinna być ograniczona do 1 cm. Idealne do badań pF są pierścienie plastikowe dostarczane wraz z zestawem. Pierścienie mają 1 cm wysokości, 5 ½ cm średnicy, w których mieści się 25 g próbki.

Przed umieszczeniem próbek na płycie ceramicznej należy podłączyć odpływową rurkę nylonową i gumowy łącznik podłączony do metalowej głowiczki łączącej z króćcem odlotowym w płycie.

Dla każdego typu gleby przygotuj po dwie próbki 25 g, które muszą być wcześniej przesiane przez sito z oczkami o średnicy 2 mm. Ułóż pierścienie z próbkami na płycie. Płyta ceramiczna może pomieścić 12 próbek znajdujących się w pierścieniach.

Nawilż całe próbki w pierścieniach w celu uniknięcia rozdziału próbek o różnej wielkości cząstek. Część próby dająca nie reprezentatywne próbki powinna być odrzucona. Wyrównaj próbki w pierścieniach, pokryj je kawałkami woskowanego papieru i pozostaw je na co najmniej 16 godz. na płycie, zanurzone w wodzie.

#### **Ładowanie ekstraktora**

Przed załadowaniem ekstraktora upewnij się, że na dnie ekstraktora znajduje się trójkątny wspornik. Gdy próbki będą gotowe, usuń nadmiar wody z płyt za pomocą rurki lub strzykawki. Zamontuj płyty w ekstraktorze podłączając rurki odlotowe. Do oddzielenia płyt ceramicznych użyj plastikowych dystansowników. Zatkaj wszystkie nieużywane otwory wylotowe dostarczonymi śrubami zatykającymi.

#### **OSTRZEŻENIE**

Upewnij się, że O-ring znajduje się na miejscu, załóż pokrywę i dokręć śruby zaciskowe.

Upewnij się, że głowice śrub zaciskowych są prawidłowo osadzone w specjalnym wyżłobieniu, jak to pokazano na rys. 7. Nieprawidłowe osadzenie łbów może spowodować uszkodzenie śrub i możliwe jest, że nie uzyskamy prawidłowego uszczelnienia.

#### **Podłączenie do biurety**

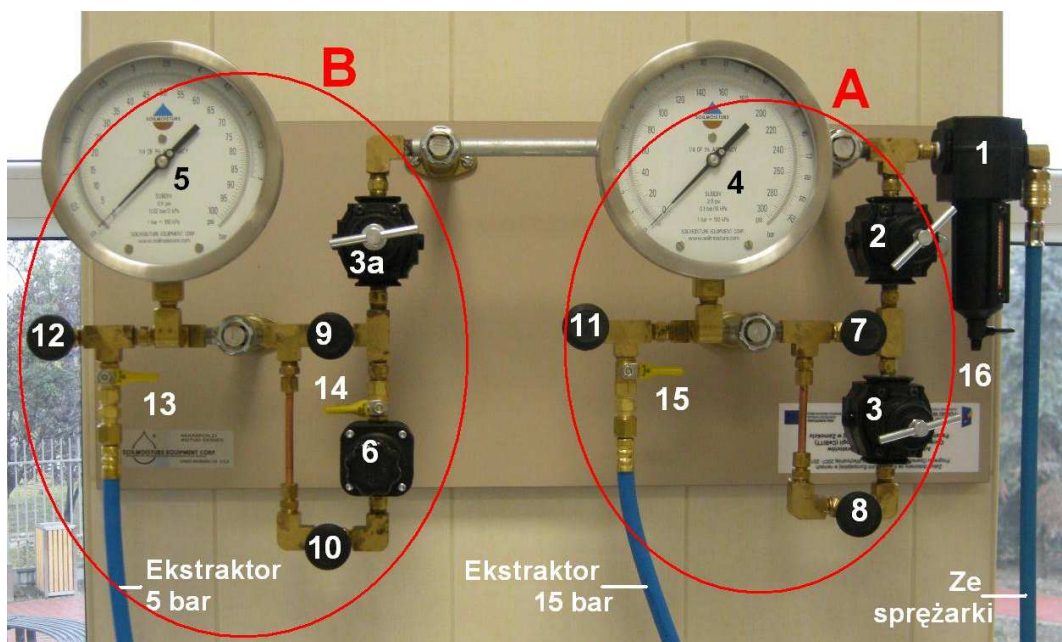
Podłącz każdą rurkę odpływową od płyt ceramicznych do końcówki biurety za pomocą wężyka silikonowego o małej średnicy, w celu umożliwienia określenia, kiedy zostanie osiągnięty stan równowagi.

UWAGA: biurety nie są dostarczane wraz z zestawem.

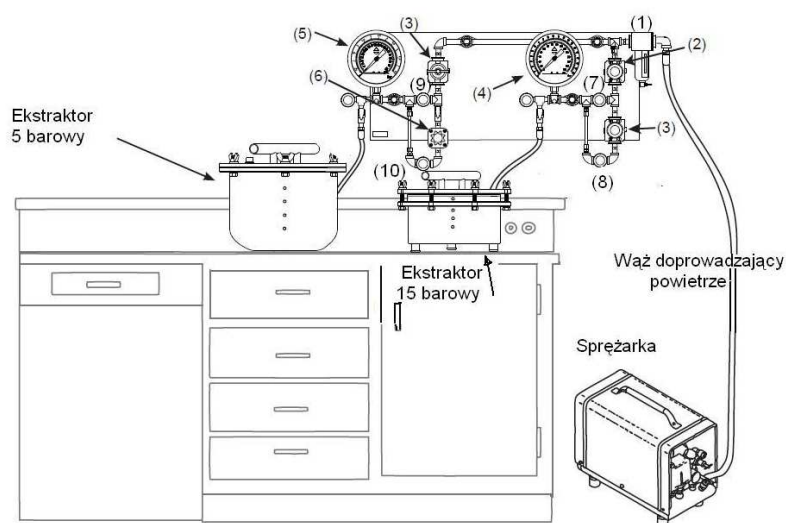
Wzrost ciśnienia powietrza w ekstraktorze powoduje przepływ wody (wyciskanie), która przechodząc przez płytę ceramiczną, przechodzi dalej w sposób ciągły przez rurkę odpływową, wężyk silikonowy do biurety. Notuj okresowo odczyty z biurety, aby móc określić zbliżanie się układu do stanu równowagi. Po osiągnięciu stanu równowagi, jeśli ciśnienie w ekstraktorze pozostaje w przybliżeniu stałe, w biurecie nie obserwuje się zmian przez wiele godzin lub nawet dni.

## Regulacja ciśnienia na panelu

Panel kontroli ciśnienia firmy SoilMoisture (USA), nr kat. 08.25.11.SEC (typ 0700CG23), jest dostarczany jako element kompletnie zmontowany, przetestowany i gotowy do zamontowania na ścianie laboratorium. Płyta montażowa ze sklejki o grubości 20 mm, na której znajdują się elementy kontrolne, może być nawiercona w dowolnym, dogodnym miejscu, w celu zamontowania za pomocą śrub, na ścianie laboratorium. Zazwyczaj sprężarka, model Kaeser Premium Compact 160/4W (nr kat. 08.03.03) o maksymalnym ciśnieniu 20 bar jest ustawiana w pobliżu stołu laboratoryjnego i panelu kontroli ciśnienia.



Załączony rysunek przedstawia typowe ustawienie panelu w laboratorium. Jak pokazano na rysunku, wąż łączący (nr kat. 08.25.25.GT), jest używany do połączenia sprężarki z panelem



kontroli ciśnienia. Wyposażony jest w szybko złącza pneumatyczne do podłączenia do sprężarki a z drugiej strony do połączenia z panelem.

Standardowy panel kontroli ciśnienia model nr 0700CG23 jest panelem kombinowanym, składającym się ze stacji nr 0700G2 i 0700G3. Stacja nr 0700G2 (zespół A) jest przeznaczona do współpracy z 15 barowym ekstraktorem, model nr 1500. Stacja nr 0700G3 (zespół B) daje bardzo precyzyjną regulację niskiego ciśnienia, w zakresie ciśnień 0 do 3,4 bar i jest używana do pracy z 5 barowym ekstraktorem, model nr 1600.

**Zespół regulacji**). Regulator niskiego ciśnienia jest z kolei ustawiany na pożądaną wartość ciśnienia ekstrakcji, które jest odczytywane na manometrze **ciśnienia A (15 bar)** składa się z: regulatora ciśnienia 0 do 17,23 bar, (2); regulatora ciśnienia 0 do 8,62 bar, (3); manometru 0 do 20,68 bar, (4); oraz 3. zaworów odcinających (7; 8 i 15) oraz zaworu upustowego (11). Przy ustawieniu ciśnienia ekstrakcji w zakresie od 8,62 do 15,5 bar, zawór (7), jest otwarty, zaś zawór (8) zamknięty. Regulacja ciśnienia jest wtedy dokonywana za pomocą regulatora (2). Pokrętko regulatora przekręca się zgodnie z ruchem wskazówek zegara w celu zwiększenia ciśnienia, które jest odczytywane bezpośrednio na manometrze (4). W celu ustawienia niskiego ciśnienia ekstrakcji, w zakresie od 0 do 8,62 bar, zawór (7) jest zamknięty, zaś zawór (8) otwarty. Regulator wysokiego ciśnienia (2), jest używany w celu regulacji ciśnienia przekraczającego 8,62 bar, zazwyczaj w zakresie 8,62 do 10,34 bar. Następnie ten regulator wysokiego ciśnienia dostarcza ciśnienie do regulatora niskiego ciśnienia (3)

Ten system regulacji niskiego ciśnienia jest znany jako „system podwójnej regulacji” i jest często używany w celu uzyskania bardzo dokładnych nastaw ciśnienia. Ciśnienie wyjściowe z regulatora odzwierciedla zmiany ciśnienia źródłowego. Poprzez umieszczenie dwóch regulatorów, jak to pokazano powyżej, zmiany ciśnienia wyjściowego z pierwszego regulatora są znacznie zredukowane przez drugi regulator, tak więc ciśnienie wyjściowe z drugiego regulatora jest prawie stałe, redukcja zmian ciśnienia źródłowego jest w stopniu 1:100 lub większym.

Po odpowiednim wyregulowaniu ciśnienia należy otworzyć zawór odcinający (15) aby doprowadzić ciśnienie do ekstraktora 15 barowego. Po kilku minutach pracy ekstraktora należy skontrolować stabilność podawanego ciśnienia i ewentualnie skorygować poprzez regulowanie pokrętkami regulatorów.

**Zespół regulacji ciśnienia B (5 bar)** składa się z: regulatora ciśnienia 0-10,34 bar, (3a); nadmiarowego regulatora ciśnienia 0 do 4,13 bar (6); manometr 0 do 4,13 bar, model nr 0780P0150 (5); oraz 4. zaworów odcinających (9; 10; 13 i 14) oraz zaworu upustowego (12). Przy nastawianiu ciśnienia w tego typu stacji bardzo ważne jest, aby nastawiać ostrożnie obydwa regulatory (3a i 6). Nadmiarowy regulator ciśnienia 0 do 4,13 bar (6) w sposób ciągły upuszcza pewną

ilość powietrza, gdy jest używany w stanie „stałego zasilania”, **jak to ma miejsce przy pracy z ekstraktorami**. Ilość upuszczanego powietrza jest proporcjonalna do różnicy ciśnień pomiędzy powietrzem zasilającym a ustawionym ciśnieniem ekstrakcji. Przy normalnym zastosowaniu i dla maksymalnego wykorzystania sprężonego powietrza ze zbiornika, regulator, **(3a)** powinien być ustawiony na ciśnienie 0,14 – 0,21 bar wyższe od ciśnienia równowagi, które chcesz uzyskać za regulatorem nadmiarowym **(6)**. Gdy powyższa procedura zostanie przeprowadzona, ilość powietrza upuszczana z regulatora nadmiarowego wynosi około 0,02 m<sup>3</sup> powietrza na minutę. Taka ilość powietrza jest z łatwością uzupełniana przez sprężarkę w trakcie cyklu jej pracy.

Gdy ustawiamy ciśnienie pracy, procedura wygląda następująco. Najpierw zamykamy zawór **(13)** na wyjściu do ekstraktora. Jeśli chcemy dokonać ustawień zgrubnych otwieramy zawór **(9)** zamykamy zawór odcinający **(14)** dźwigenka zaworu w poziomie. Zawór upustowy także jest zakręcony. Powietrze przepływa ze sprężarki do filtra powietrza **(1)**, dalej do regulatora **(3a)**, przez otwarty zawór odcinający **(9)** do manometru **(5)**, na którym ustawiamy ciśnienie o 0,21 bar wyższe od ciśnienia równowagi, które planujesz mieć w ekstraktorze. Jeśli teraz otworzymy zawór odcinający **(13)** do ekstraktora popłynie powietrze pod zadaniem wcześniej ciśnieniem. Jednak to ciśnienie pracy może się nieco wahać. Aby temu zapobiec skorzystamy z regulatora nadmiarowego **(6)**. Najpierw zamykamy zawór odcinający **(13)** – dźwigenka w poziomie. Otwieramy zawory odcinające **(10)** i **(14)** a zamykamy zawór odcinający **(9)**.

Obracając pokrętką zaworu nadmiarowego **(6)** doprowadzamy strzałkę manometru **(5)** do wymaganej wartości. Jeśli mimo zmian ustawień regulatora nadmiarowego nie możemy uzyskać potrzebnego ciśnienia na manometrze musimy zwiększyć ciśnienie regulatorem **(3a)** i ponownie dopasować ustawienia regulatora **(6)**. Jeśli uzyskamy wymagane wskazania na manometrze – otwieramy zawór **(13)**. Ciśnienie na manometrze nie powinno ulec zmianie.

Po uzyskaniu stanu równowagi w ekstraktorach, aby zredukować w nich ciśnienie do ciśnienia panującego na zewnątrz należy wyłączyć sprężarkę, zakręcić zawory odcinające **(7)** i **(8)** – w zespole ciśnienia A oraz zawory **(9)**, **(10)** i **(14)** – w zespole ciśnienia B. Następnie ostrożnie i powoli odkręcić zawory upustowe **(11)** i **(12)** i pozostawić je otwarte do chwili zaniku wypływu powietrza z obu ekstraktorów. Teraz można odkręcić śruby pokryw i przystąpić do procedury ważenia prób.

Na panelu ciśnienia zainstalowany jest filtr powietrza **(1)**, który posiada zawór spustowy skroplin wody **(16)**. Co kilkanaście godzin pracy sprężarki zawór należy otworzyć i spuścić do zlewki emulsję wodną.

## **Otwarcie zasilania ciśnieniem powietrza**

Otwieraj pomału zawór ciśnienia do pożądanej wartości. Procedura ta pozwoli na dokładne ustawienie ciśnienia równowagi.

Gdy ciśnienie w ekstraktorze będzie wzrastało, z rurki odpływowej zacznie wydobywać się powietrze. Wylot powietrza spowodowany będzie parciem powietrza na butylową przeponę co spowoduje zmniejszenie się wewnętrznej objętości płyty. Jeśli określamy pF dla 15 bar, ciśnienie w ekstraktorze należy ustawić na 15 bar lub 220 psi.

Jeśli używamy kompresora jako źródła ciśnienia i ciśnienie w ekstraktorze zostanie natychmiast ustawione na 15 bar, ciśnienie w zbiorniku sprężonego powietrza może spaść poniżej dopuszczalnego poziomu. Może tak się zdarzyć ponieważ objętość ekstraktora jest większa niż objętość powietrza w zbiorniku sprężonego powietrza sprężarki. Jeśli tak się stanie, kompresor włączy się automatycznie i rozpocznie uzupełnianie ciśnienia. Kompresor wyłączy się gdy osiągnie zadane ciśnienie 20 bar.

### **Usuwanie próbek**

Próbki mogą zostać usunięte z ekstraktora po tym, jak biureta na odpływie ekstrahowanego roztworu nie będzie już wskazywała przepływu roztworu, co oznacza, że został osiągnięty stan równowagi. Większość gleb osiąga stan równowagi po 18 do 20 godzinach.

Po zakończeniu pracy usuń lub ściśnij wężyki silikonowe łączące biuretę z rurkami odpływowymi żeby zabezpieczyć się przed możliwym przepływem zwrotnym wody, gdy ciśnienie w ekstraktorze zostanie zredukowane do normalnego (biureta jest wyżej niż dolna płyta w ekstraktorze).

Odkręć i usuń śruby dociskowe i zdejmij pokrywę natychmiast po odłączeniu ekstraktora i zredukowaniu ciśnienia. W celu uniknięcia zmian wilgotności należy przetransportować próbki do specjalnej skrzynki tak szybko, jak to tylko możliwe.

### **UWAGA**

Gdy układasz w ekstraktorze dwie lub więcej płyt ceramicznych, zawsze używaj rurki nylonowej z metalowym kolankiem łączącym..

Gdy wciskasz trzon na adapter w otwór w gumowej osłonie upewnij się, że nylonowa rurka łącząca jest połączona z trzonem. Gumowy łącznik jest używany tylko po to, by zapewnić szczelność i nie jest środkiem utrzymania wysokiego ciśnienia ekstrakcji.

Otwór w metalowym kolanku łączącym posiada wewnętrzny O-ring, który zapewnia szczelność, gdy jest wsunięty na króciec wylotowy wychodzący z płyty ceramicznej. Kolanko jest bardzo łatwo podłączyć i odłączyć od płyty ceramicznej, gdy płyta jest wkładana / wyjmowana z ekstraktora. Kolanko zapobiega również możliwemu skręcaniu się podłącza rury odlotowej. Unika się dzięki temu ściskania rurki odpływowej, co może skutkować nieprawidłowym odczytem stanu równowagi i uszkodzeniem płyty ceramicznej.

## UWAGA

Nie używaj płyt ciśnieniowych 15-barowych do określania siły ssącej gleby w zakresie 1/10 bar i 1/3 bar. Ze względu na bardzo małe rozmiary por w płycie ceramicznej 15-barowej, stopień przepływu przez tę płytę jest bardzo mały przy różnicy ciśnień stosowanej przy płytach 1/10 bar (1,56 psi) i 1/3 bar (5 psi). W rezultacie czas osiągnięcia stanu równowagi może być bardzo długi, a rzeczywista wilgotność przy tej sile ssącej gleby będzie prawdopodobnie mniejsza.

Do określania siły ssącej gleby w zakresie 1/10 i 1/3 bar i innych prac w zakresie 0 – 1 bar należy używać płyt ceramicznych 1-barowych (0675B01M1). Te płyty mają dużo większe rozmiary por niż płyta 15-barowa i stan równowagi w zakresie 0 do 1 bar będzie osiągnięty dużo szybciej. Płyta ceramiczna 1-barowa może być zamontowana w ekstraktorze ciśnieniowym 15-barowym, typ 1500. Do tych płyt można zastosować takie same połączenia rurek odpływowych.

## CZĘŚCI I AKCESORIA EKSTRAKTORA, MODEL 1500

<b>Nr kat.</b>	<b>Opis</b>
1500	15-barowy ekstraktor ciśnieniowy
<b>Akcesoria</b>	
0675B0.5M2	Płyta ciśnieniowa, ½-barowa, High Flow
0675B01M1	Płyta ciśnieniowa, 1-barowa
0675B01M3	Płyta ciśnieniowa, 1-barowa, High Flow
0675B03M1	Płyta ciśnieniowa, 3-barowa
0675B05M1	Płyta ciśnieniowa, 5-barowa
0675B15M1	Płyta ciśnieniowa, 15-barowa
0763G7	Zawór bezpieczeństwa, nadmiarowy
0775L60	Wąż łączący, dł. 1,5 m (używany do połączenia ekstraktora z panelem kontroli ciśnienia)
1055K1	Prawostronny adapter rurki odlotowej – zestaw (zawiera 3 podłącza adapterów odlotowych)
1057K1	Zestaw śrub zatykających
1065	Przewód
1080G1	Zawias PM (każdy zawiera jedną płytkę adaptacyjną 1081)
1081	Płytkę adaptacyjną (używana do przystosowania zawiasu PM 1081G1 do ekstraktora, model 1500)
1093	Pierścienie na próbki gleby, 12 sztuk
<b>Części zamienne</b>	
1060G2	Podłącze rury odlotowej z uszczelnieniem
1500-005	Króciec dolotowy



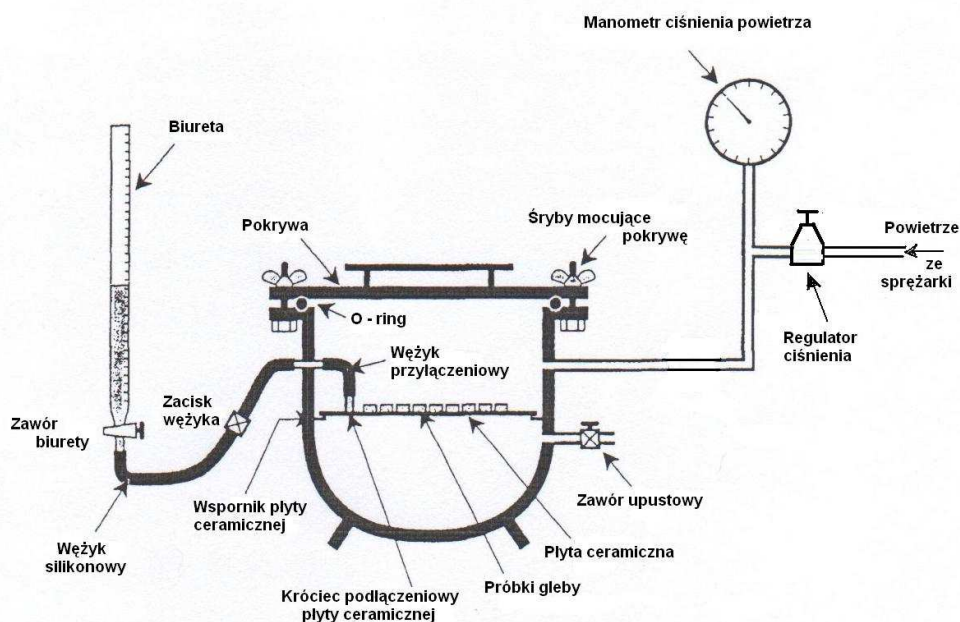
1596K1	Zestaw śrub zaciskowych (8 sztuk)
M802X006	O-ring do adaptera 1055
M802X010	O-ring, uszczelnienie otworu
M802X453	O-ring, uszczelnienie pokrywy ekstraktora
1500-001CR	Zamienna pokrywa
1500-002	Trójkątny wspornik
1500-003K1	Zamienny zestaw nóżek do ekstraktora (3 nóżki)
1500-004	Dystansowniki płyt ceramicznych

## PROCEDURA PRZYGOTOWANIA PRÓB GLEBY DO BADAŃ pF

Do określania krzywych pF stosuje się zwykle próbki o nienaruszonej strukturze. Wynika to z faktu, że na retencję wodną gleby największy wpływ ma struktura gleby – wielkość ziaren mineralnych i ich wzajemne ułożenie oraz ilość cząstek spławialnych. Jednakże w przedziale pF 3.0 – 4.2 (odpowiednik ciśnienia o wartości 1.0 - 15.5 bar) woda jest przede wszystkim zatrzymywana w bardzo małych przestrzeniach międzycząsteczkowych więc proces zatrzymywania wody glebowej (roztworu glebowego) jest kształtowany w dominujący sposób przez teksturę gleby. W związku z powyższym próbki gleby o **naruszonej** strukturze mogą być dopuszczone do analiz z wykorzystaniem płyty ciśnieniowej (ceramicznej) pod warunkiem, że próbka nie jest ściśnięta bądź zdeformowana.

Idealne do badań pF są pierścienie plastikowe (PCV) dostarczane wraz z zestawem. Pierścienie mają 1 cm wysokości, 5 ½ cm średnicy, w których mieści się 25 g próbki.

Dla każdego typu gleby przygotuj po dwie próbki 25 g, które muszą być wcześniej przesiane przez sito z oczkami o średnicy 2 mm. Płyta ceramiczna może pomieścić 12 próbek znajdujących się w pierścieniach PCV.



Schemat aparatu ekstrakcyjnego z płytą ceramiczną

**Każdej wydzielonej próbki użyj tylko jednokrotnie do określenia jednej wartości pF (np. pF 3.4).**

- 1 Aby przeprowadzić test włóż 1 kg gleby do plastikowej torby. W terenie musi zostać pobrany przynajmniej jeden rdzeń o nienaruszonej strukturze, ponieważ należy określić gęstość objętościową badanej gleby w celu skalkulowania wilgotności objętościowej.
- 2 Płyty ciśnieniowe do zastosowania w ekstraktorze należy dokładnie nasączyć wodą destylowaną przed przystąpieniem do doświadczenia. W trakcie nasączenia płyt należy na króciec odpływowy na płycie założyć rurkę odpowietrzającą i wyprowadzić ponad poziom zalania płyty. Ułatwi to i poprawi warunki dokładnego nasączenia.
- 3 Nasącz próbkę gleby wodą. W przypadku gleb piaszczystych należy postępować w następujący sposób. W szklanej zlewce umieszcza się ok. 100 g gleby. Następnie ostrożnie dodaje się wody do momentu gdy gleba będzie prawie w pełni nasycona. W przypadku bryłek gliny lub ilów należy postępować ostrożnie aby nie uwieźić powietrza w agregatach. W związku z powyższym bryłki powinny być delikatnie spłaszczone od dołu a następnie ułożone na kawałku materiału filtracyjnego i włożone do cienkiej warstwy wody. W ten sposób bryłki stopniowo nasycają się wodą podczas gdy powietrze ma możliwość ujścia.
- 4 Pozostaw próbki gleb piaszczystych i ilastych na 3 dni, a próbki o innej teksturze (np. gliniaste) na przynajmniej 7 dni w celu ich pełnego nasycenia.
- 5 Należy przygotować wystarczającą liczbę próbek z każdego rodzaju gleby tak aby 3 do 6 „kopii” (zależnie od zmienności rodzaju gleby w terenie) było dostępnych dla **każdego poziomu pomiaru pF**. Część próby dająca nie reprezentatywne próbki powinna być odrzucona.
- 6 Ponumeruj pierścienie PCV i ustaw je na **dokładnie nasączonej wodą** płycie ceramicznej.
- 7 Należy unikać stosowania brył gleby o wysokości wyższej niż 1 cm. W przeciwnym razie czas niezbędny do osiągnięcia równowagi może się bardzo wydłużyć.
- 8 Włóż w pełni nasyconą glebę bądź jej bryłki do pierścieni. Użyj do tego celu łyżeczki. Wyrównaj próbki w pierścieniach przy pomocy szerokiej szpachelki, Uważaj aby nie naruszyć struktury gleby. Pokryj je kawałkami woskowanego papieru i pozostaw je na co najmniej 16 godz. na płycie, zanurzone w wodzie, uzupełnij poziom wody na płycie (uważaj aby woda nie przelała się przez krawędź butylowej membrany) aby umożliwić pełną saturację prób. Saturację można nieco przyspieszyć zdejmując papier i zraszając delikatnie powierzchnie prób przy pomocy spryskiwacza do kwiatów. Przykryj próby ponownie papierem.
- 9 Zanotuj numery pierścieni wraz z odniesieniem do próbek gleby.
- 10 Umieść dodatkowy pierścień zawierający jednorodną (homogeniczną) glebę bądź inny materiał o poznanej charakterystyce retencji korespondującej do tej jaką będzie mieć badana gleba. W ten sposób będzie można potwierdzić oznaczenie. Jeśli bowiem wilgotność próbki referencyjnej będzie się różniła o więcej niż 5% niż miałyby to wynikać na podstawie pomiaru testowego, to wówczas pomiar winien być powtórzony.
- 11 Po nasączeniu próbek należy usunąć nadmiar wody pozostającej na płycie. Najwygodniej zrobić to strzykawką.

- 12 Jeśli wszystkie płyty ceramiczne, jakie miały być użyte w doświadczeniu, zostały przygotowane wraz z próbkami wg powyższego opisu, ekstraktor należy zamknąć (patrz opis w odpowiednik rozdziale).
- 13 Do rurek odpływowych, dla każdej płyty oddzielnie, należy podłączyć biuretę (pamiętaj o zaciskach na wężykach silikonowych).
- 14 Ustaw odpowiednie ciśnienie ekstrakcji (patrz rozdział Regulacja ciśnienia) i rozpocznij doświadczenie.
- 15 Po uzyskaniu równowagi (brak zmian poziomu wody w biuretach) – zamknij zaciski na wężykach biuret i rozpocznij proces otwierania ekstraktora. Zamknij dopływ powietrza do panelu ciśnienia i otwórz ostrożnie i wolno zawór upustowy aby wyrównać ciśnienie w kotle do ciśnienia atmosferycznego. Odkręć śruby pokrywy i zdejmij ostrożnie pokrywę. Uważaj na "O" ring aby go nie uszkodzić.
- 16 Zdejmij pierścienie PCV wraz z próbką z płyty ceramicznej i przełóż glebę do ponumerowanych pojemników aluminiowych służących do suszenia prób w suszarce i szybko przykryj pokrywkami. Masa pojemników oraz pokrywek musi być dokładnie określona wcześniej.
- 17 Zważ pojemniki wraz z zawartością na wadze z dokładnością do 0.001g i zanotuj wynik. Wysusz próbki w elektrycznej suszarce na próbki w temp. 105°C przez 24 godz. Jeśli to możliwe ostudź pudełka z próbkami do temperatury pokojowej w eksykatorze. Zważ ponownie pudełka wraz z wieczkami i zanotuj wartość suchej masy.
- 18 Oblicz wilgotność wagową (grawimetryczną) gleby (W) dla odpowiednich wartości pF i zamień ją na wartości wilgotności objętościowej (q) mnożąc przez wartość gęstości objętościowej gruntu suchego ( $\rho_d$ )

„masa wody w glebie” = masa (waga) mokrej próbki (wraz z pudełkiem i pokrywką)  
 - (**minus**)masa (waga) suchej próbki (wraz z pudełkiem i pokrywką)

"masa suchego gruntu" = masa (waga) próbki wysuszonej w suszarce (z pudełkiem i pokrywką )  
 - (**minus**)masa (waga) pudełka z pokrywką

W przypadku stosowania w doświadczeniu prób gleby o naruszonej strukturze, którą umieszczamy w pierścieniach plastikowych o nieznannej objętości należy pobrać, z badanego miejsca, dodatkową próbę gleby do pierścienia standaryzowanego (pierścień Kopeczkiego-próba o nienaruszonej strukturze) dla obliczenia gęstości objętościowej suchej gleby.

Gdy jednocześnie pobrane próby poddajemy doświadczeniu w aparatach piaskowym lub piaskowo/kaolinowym (określanie pF metodą podciśnieniową) to dla aparatu ciśnieniowego możemy zastosować wyniki gęstości objętościowej z tamtego doświadczenia.

Jeśli zakłada się, że gęstość wody w glebie wynosi  $1\text{g}/\text{cm}^3$  to objętościowa zawartość wody ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) jest określana jako:

$$\theta = W * \rho_d = \text{wilgotność wagowa} * \text{ciężara właściwy} / \text{gęstość objętościowa}$$

Nanieś obliczoną wilgotność objętościową gleby na osi X i stosowne wartości pF na dodatniej osi Y i wykreśl część krzywej pF.

Aby wykreślić charakterystykę retencji wodnej gleby, należy nanieść obliczoną wilgotność objętościową gleby na osi X oraz potencjał wodny gleby na ujemnej osi Y.

Przedstawiona poniżej Tabela 1 może posłużyć do obliczeń wilgotności wagowej (grawimetrycznej) i objętościowej gleby dla poszczególnych wartości pF. Należy zwrócić uwagę, że wartość pF 7 (odpowiadająca sile ssącej -10 000 000 hPa lub -10 000 bar) oznacza wilgotność 0.

**Wzorcowa tabela umożliwiająca wprowadzanie danych podczas pomiarów  
(Tabela 1)**

Numer próbki	Numer pierścienia	pF	cm kolumny wody (potencjał w hPa)	Waga (g)					V = objętość pierścienia = ..... cm <sup>3</sup>			
				„Mokra waga” (próbka + pudełko i pokrywka) A	„Waga sucha” (próbka + pudełko i pokrywka) B	Waga pudełka + pokrywki C	Waga wilgoci glebowej D = A - B	Waga suchej próbki gleby E = B - C	Wilgotność wagowa W = D / E	Gęstość objętościowa (g / cm <sup>3</sup> ) $\rho_d = E / V$	Wilgotność objętościowa $\theta = w * \rho_d$	
		0.0	1.0									
		0.4	2.5									
		1.0	10									
		1.5	31.6									
		1.8	63.1									
		2.0	100									

### Informacje ogólne

Przedstawione poniżej wykresy posłużą do zobrazowania cech fizycznych gleby, które można wywnioskować na podstawie krzywych pF. Przykładowa gleba posiada 3 poziomy glebowe (każdy z nich posiada określoną krzywą pF).

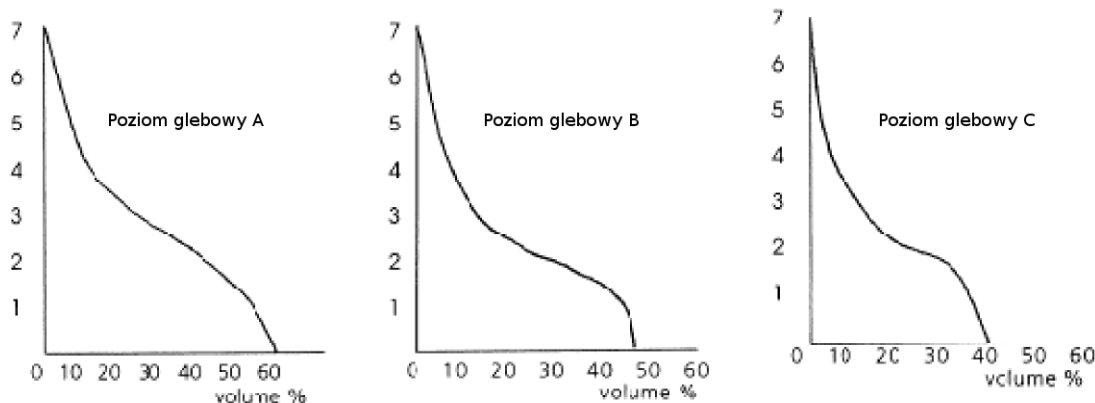


Tabela 2: Określanie cech gleby na podstawie krzywych pF.

Cecha fizyczna	Definicja i sposób określania
Wilgotność	<p>Udział objętościowy przestworów gleby wypełnionych wodą przy danej sile ssącej.</p> <p>Np. przy sile ssącej (innymi słowy potencjale kapilarnym) gleby równej 1000 hPa (1 bar, pF 3.0), wilgotność objętościowa gleby dla poziomu glebowego A wynosi 20%.</p>
Pojemność połowa (FC)	<p>Wilgotności gleby przy pF 2.0</p> <p>Dla poziomu glebowego A pojemność połowa zostanie osiągnięta przy wilgotności 35%, dla poziomu glebowego C będzie to odpowiednio 24%</p>
Punkt trwałego wędnięcia (PWP)	<p>Wilgotności gleby przy pF 4.2</p> <p>Gleba z poziomu A ma w punkcie trwałego wędnięcia (PWP) wilgotność 8%, a z poziomu C 4%.</p>
Porowatość gleby	<p>Wszystkie przestwory w glebach piaszczystych będą wypełnione wodą przy pełnej saturacji (pF 0) a wolne od niej (pF 7) po wysuszeniu w suszarce laboratoryjnej. W związku z powyższym wartość procentowa objętości pomiędzy pF 0 a pF 7 jest równa porowatości w glebach piaszczystych. W glebach gliniastych porowatość (lub całkowita objętość przestworów) zależy od wilgotności gleby i związanej z nią podatności na pęcznienie i kurczenie. Wynika stąd, że porowatości w glebach gliniastych nie może określić na podstawie krzywej pF.</p> <p>Przykładową glebą jest piasek ilasty, który pozwala na oszacowanie porowatości na podstawie krzywej pF.</p> <p>Przy nasyceniu, poziom glebowy A osiąga wilgotność objętościową równą 50% a po wysuszeniu w suszarce wilgotność wynosi 0%. W związku z powyższym 50% objętości gleby stanowią przestwory wypełnione wodą oraz powietrzem. Stąd wynika, że porowatość gleby wynosi 50%.</p>

<p>Ułamek objętościowy fazy stałej gleby</p>	<p>Suma ułamków objętościowych minus porowatość. Ponieważ porowatość poziomu glebowego A wynosi 50% (patrz wyżej), ułamek objętościowy przestworów glebowych ma wartość 0.5. Stąd ułamek objętościowy fazy stałej gleby poziomu glebowego obliczamy jako <math>1-0.5=0.5</math></p>
<p>Stopień napowietrzenia (aeracji)</p>	<p>Ilość dostępnego powietrza: od porowatości należy odjąć wilgotność. Zależy od rodzaju upraw. Dla optymalnego wzrostu roślin trzeba zachować określoną proporcję w dostępie powietrza i wody. W przykładowej próbce (poziom glebowy A) przy potencjale wodnym równym 1000 hPa (pF 3), wilgotność wynosi 20%, porowatość równa jest 50% (przestwory zajmują 50% całkowitej przestrzeni) więc ilość dostępnego powietrza stanowi 30%</p>
<p>Rozkład wielkości przestworów</p>	<p>Kształt krzywej pF: Przestwory o podobnych rozmiarach wysychają przy tej samej sile ssącej (potencjale kapilarnym) gleby. Im rozkład wielkości przestworów jest bardziej jednorodny tym szybszy ubytek wilgoci powodowany niewielką zmianą siły ssącej (bardziej płaski kształt krzywej pF). Bardziej stromy przebieg krzywej pF oznacza, że przestwory glebowe opróżniają się z wody stopniowo co wskazuje na niejednorodny rozkład ich wielkości. Generalnie przyjmuje się, że niejednorodny rozkład wielkości przestworów jest korzystniejszy z punktu widzenia rolnictwa, gdyż gleba taka ma większą zdolność zatrzymywania wody. Analizowana tu przykładowa próbka gleby wykazuje obecność materii organicznej i aktywności biologicznej w poziomie glebowym A. Krzywa pF dla tego poziomu pochyla się stopniowo (w porównaniu do krzywej z poziomu C). Oznacza to, że przestwory w poziomie glebowym A oddają wodę sukcesywnie (etapami). Fakt ten sugeruje niejednorodny rozkład wielkości przestworów. Poziom C zawiera stosunkowo dużą ilość przestworów o podobnym rozmiarze. Wszystkie one wysychają w podobnych warunkach, po osiągnięciu siły ssącej o wartości ok. -100 hPa (pF 2) (krzywa ma w środkowej części dość płaski przebieg). Niewielki wzrost siły ssącej prowadzi do zmiany wilgotności gleby o ok.10%.</p>
<p>Przewodność kapilarna</p>	<p>Przewodność kapilarna zależy od ilości i rozmiaru przestworów glebowych wypełnionych wodą, biorących udział w strumieniu wody. Współczynnik ten zależy od potencjału wodnego gleby. Zmniejszenie potencjału wodnego (wzrost siły ssącej) wiąże się ze spadkiem wilgotności gleby. Ponieważ woda jest zmuszona przepływać przez wąskie przestwory gdzie występują duże opory (w wyniku tarcia), ruch kapilarny w konsekwencji zostaje zredukowany. Współczynnik przepuszczalności zależy od rozkładu i ilości makro-porów.</p>
<p>Wodochłonność</p>	<p>Wodochłonność gleby przy konkretnym poziomie wód gruntowych pozostaje w związku z ilością powietrza w glebie. Wodochłonność wyraża się w milimetrach na decymetr gleby (1 mm wody na 10 cm<sup>3</sup> 1 procentowej objętości). W naszym przypadku wodochłonność poziomu glebowego C przy ciśnieniu ssącym gleby 100 hPa (pF 2) obliczy się jako sumę wszystkich przestworów (40%) minus wilgotność (25%). W wyniku otrzymamy ilość powietrza (15%). Objętościowa zawartość powietrza (15%) oznacza, że wodochłonność wynosi 15 mm wody na 1 decymetr poziomu glebowego C.</p>

<p>Woda glebowa dostępna dla roślin</p>	<p>Ilość wody zawierająca się pomiędzy pojemnością połową (FC) a punktem trwałego wędnięcia (PWP), wyrażona procentowo w stosunku do objętości. Wielkość tą powinno się stosować ostrożnie. Po pierwsze dlatego, że rośliny zaczynają wędnąć (co w konsekwencji powoduje straty w plonach) znacznie wcześniej niż zostanie osiągnięty punkt trwałego wędnięcia (PWP). Po drugie dlatego, że woda glebowa dostępna roślinom jest uzupełniana w wyniku podsiąku kapilarnego, opadów atmosferycznych oraz zabiegów nawadniających.</p> <p>Przykład: dorbnoziarnista gleba piaszczysta, bogata w cząstki ilaste, o głębokości korzenia roślin ok. 40 cm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poziom glebowy A ma miąższość 20 cm</li> <li>• Poziom glebowy B ma miąższość 30 cm</li> </ul> <p>Obliczanie ilości wody glebowej dostępnej dla roślin:  Przy pojemności połowej, pF 2.0, wilgotność objętościowa gleby z poziomu A wynosi 35%. Przy punkcie trwałego wędnięcia (PWP), pF 4.2, wilgotność objętościowa dla poziomu A osiągnie wartość 8%. Ponieważ 1% objętościowy daje 1 mm wody na 10 cm gleby, ilość dostępnej wody glebowej dla poziomu A oblicza się jako iloczyn procenta objętościowego wody i miąższości strefy dostępnej dla korzeni w danym poziomie glebowym:  Poziom A: <math>35 - 8 = 27</math> % objętościowych wody * 20 cm miąższości gleby. Stąd <math>27 \times 2 \text{ dm}</math> miąższości gleby = 54 mm  Dla poziomu B obliczenia są podobne. Należy zwrócić uwagę, że głębokość korzenia roślin wynosi 40 cm (w odniesieniu do całego profilu glebowego → Poziom A + Poziom B). Wynika stąd, że korzenie będą występować tylko w 20 górnych (stropowych) cm poziomu glebowego B. Przy pojemności połowej 27% wody będzie dostępnych, przy punkcie trwałego wędnięcia (PWP) tylko 6%.  Poziom B: <math>27 - 6 = 21</math> % objętościowych wody * 20 cm (grubość warstwy dostępnej dla korzeni). Stąd <math>21 \times 2 = 42</math> mm wody.  Sumarycznie: <math>54 + 42 = 96</math> mm wody glebowej jest dostępnych dla wzrostu roślin w tej konkretnej glebie.</p>
---	--

## ***Literatura***

Klute, A. Water Retention: Laboratory Methods. IN: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 1986.

Koorevaar, P., G. Menelik and C. Dirksen. Elements of Soil Physics. Developments in Soil Science 13. 1983.

Reeve, M.J. and A.D. Carter. Water Release Characteristic. IN: Soil Analysis. Physical Methods. K.A. Smith and C.E. Mullins (eds.) 1991.

Van Reeuwijk, L.P. (ed.) Procedures for soil analysis. 1995. ISRIC Wageningen.

Stakman, W.P., G.A. Valk and G.G. van der Harst. Determination of soil moisture retention curves I. 1969. ICW Wageningen.

Stolte (ed.) Manual for soil physical measurements. Version 3. Technical Document 37. SC-DLO. 1997.

Topp, G.C. and W. Zebchuk. The determination of soil water desorption curves for soil cores. 1979. Canadian Journal of Soil Science 59: 19-26.



## **Załącznik 1      Zamiana (konwersja) jednostek**

100 hPa = 100 cm wysokości ciśnienia  
= 100 cm słupa wody  
= 0.1 bar  
= 0.01 Pa  
= 0.01 N/m<sup>2</sup>  
= 1.45 PSI  
= pF (10log100) = 2.0

<b>Wartość pF</b>	<b>Siła ssąca (potencjał kapilarny)</b>	<b>Ciśnienie [bar]</b>
2.7	-500	-0.5
3.4	-2500	-2.5
4.2	-15500	-15.5

## **Załącznik 2**

### **Opis różnych zestawów pF**

Do wyznaczania charakterystyki retencji wody w glebie wymagany jest/są zestaw(-y) do określania krzywych pF. Wymagane są także waga z dokładnością 0.01g oraz wentylowana elektryczna suszarka na próbki (105°C). Eijkelkamp dostarcza następujące urządzenia: Uniwersalną suszarkę z możliwością regulacji temperatury w zakresie 30-220°C, 220 V – 50Hz.

Aparat piaskowy do wyznaczania krzywych pF w przedziale pF 0 – pF 2.0). Zestaw standardowy na ok. 40 próbek zawiera:

- Stanowisko badawcze (aparat piaskowy)
- Pojemnik z piaskiem syntetycznym o granulacji  $\pm 73$  mikrona, zawartość 12.5 kg
- Filtr z włókna, 140 - 150 mikronów,
- zestaw 65 uszczelki O-ring przeznaczonych do pierścieni  $\varnothing 50$  mm

Aparat piaskowo/kaolinowy do określania charakterystyki pF w zakresie 2.0 – 2.7. zestaw standardowy na ok. 40 próbek zawiera:

- Skrzynka aparatu piaskowo/kaolinowego
- Pompę do wytwarzania podciśnienia z automatycznym systemem kontroli siły ssania
- Pojemnik z piaskiem syntetycznym o granulacji  $\pm 73$  mikronów, zawartość 12.5 kg
- Filtr z włókna, 140 - 150 mikronów
- Kaolin, pojemnik 2.5 kg
- 65 uszczelki O-ring przeznaczonych do pierścieni  $\varnothing 50$  mm

Ciśnieniowy aparat membranowy do określania charakterystyki pF zakresie 3.0 - 4.2 (1.0 - 15.0 bara). Zestaw standardowy na ok. 15 próbek zawiera:

- Ciśnieniowy membranowy aparat ekstrakcyjny
- Membrana celofanowa
- Pierścienie na próbki gruntu
- Filtr z włókna, 140 - 150 mikronów
- Kompresor 20 bar. Filtr powietrza z uchwytem i węzłem przyłączeniowym

### **Załącznik 3**

#### **Pobór próbek**

W celu określenia charakterystyki retencji wodnej bądź krzywej pF danej gleby, należy pobrać rdzenie o nienaruszonej strukturze. Wynika to z faktu, że na charakter retencji główny wpływ ma rozkład i wielkość przestworów oraz struktura gleby, szczególnie przy wysokim potencjale macierzystym gleby (sile ssącej)

W literaturze nie występuje żadna formalna/dokładna rekomendacja co do wielkości prób. Optymalny rozmiar pierścieni na rdzenie jest determinowany przez wielkość elementów strukturalnych gleby. Dla otrzymania reprezentatywnych danych, wielkość próbek powinna być duża mając na uwadze wielkość agregatów obecnych w glebie, spękań, kanałów powstałych w wyniku działalności roślin (korzenie) oraz zwierząt. Z praktycznego punktu widzenia, średnica próbek nie powinna być zbyt duża. Nie zmniejszy się wówczas liczba próbek, które można poddać jednoczesnej analizie. Wysokość próbki powinna być ograniczona do kilku centymetrów, aby mogła ona osiągnąć stan równowagi w racjonalnym okresie czasu.

Według holenderskiej normy NEN 5787, do badań pF metodą podciśnieniową (aparat piaskowy lub piaskowo /kaolinowy) używa się zazwyczaj próbek o objętości od 100 do 300 cm<sup>3</sup>. Nie zaleca się prób o wysokości przekraczającej 5 cm ponieważ czas wymagany do osiągnięcia przez próbę stanu równowagi będzie długi a przy tym dokładność pomiarów wartości pF w okolicach pełnego nasycenia (saturacji) będzie niska. W wytycznych ISRIC (International Soil Reference and Information Centre) dotyczących badań glebowych znajduje się rekomendacja do stosowania pierścieni na próbki o średnicy 5 cm i pojemności 100 cm<sup>3</sup>. Inne źródła zalecają wysokość 2 bądź 3 cm.

Eijkelkamp Agrisearch Equipment zaleca stosowanie pierścieni do poboru prób o objętości 100 cm<sup>3</sup>, z wewnętrzną średnicą 50 mm (Ø zewnętrzne 53 mm) i o wysokości 51 mm.

Podczas wciskania pierścienia w glebę należy uważać aby nie zaburzyć jej naturalnego stanu (układu) oraz aby wypełnić całkowicie pierścień pobieranym materiałem. Najkorzystniejsze warunki do poboru prób panują wówczas, gdy gleba znajduje się w stanie zbliżonym do pojemności połowej. Dla ułatwienia wprowadzania pierścienia można posłużyć się próbnikiem pierścieniowym, szczególnie gdy pobrać należy materiał z warstwy podglebia. Po wprowadzeniu na odpowiednią głębokość, pierścień należy ostrożnie wykopać (np. przy pomocy szpachelki dołączonej do zestawów z próbnikami pierścieniowymi produkcji firmy Eijkelkamp) zachowując kilkucentymetrową warstwę gruntu poniżej pierścieni. Po wyciągnięciu pierścienia na powierzchnię należy zredukować naddatek gleby do kilku milimetrów. Próbkę należy ostrożnie ściąć używając piłki do metalu o drobnych ząbkach. Na tak „opracowany” pierścień nakładamy ochronne pokrywki, które zabezpieczają materiał próby i minimalizują straty wilgoci wywołane parowaniem. Wystający z pierścienia naddatek próby pełni funkcję ochronną podczas transportu i jest usuwany w laboratorium zanim przystąpi się do właściwej analizy. Transport pierścieni winien się odbywać w ochronnej walizeczce.

Ponieważ struktura gleby oraz rozkład wielkości jej przestworów ma znaczący wpływ na wielkość retencji wody, analizie należy poddać wiele powielonych prób jeśli chce się otrzymać reprezentatywną wartość pF. Doradza się, aby zależnie od naturalnej zmienności badanego obszaru, przygotować 3 do 6 powielonych prób na daną jednostkę.

W przypadku gdyby próby nie mogły zostać zbadane w krótkim terminie, należy je przechować w chłodni. Spowolni to aktywność biologiczną, która mogłaby doprowadzić do nie reprezentatywnych zmian w strukturze gleby.

☛ **Nie zamrażaj prób ponieważ będzie to miało wpływ na strukturę gleby.**